

全光型磁化反転の磁性層膜厚依存性

吉川大貴¹, 寺下進之佑¹, 植田涼平¹, Souliman EL Moussaoui², 佐藤哲也^{2,3}, 塚本新²
 (¹ 日本大学大学院理工学研究科, ² 日本大学理工学部, ³ 日本大学生産工学部)

The magnetic layer thickness dependency of all-optical magnetization switching
 Hiroki Yoshikawa¹, Shinnosuke Terashita¹, Ryohei Ueda¹, Souliman El Moussaoui², Tetsuya Sato^{2,3}, Arata Tsukamoto²
 (¹ Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ., ² College of Science and Technology, Nihon Univ.,
³ College of Industrial Technology, Nihon Univ.)

序論

数十フェムト秒程度の超短パルス光をフェリ磁性薄膜に照射することで全光型磁化反転現象(all-optical magnetization switching: AOS)及び熱磁気的多磁区形成現象(thermo-magnetic nucleation: TMN)を誘起することができる。AOSは磁場駆動型のTMNと誘起原理が異なり、各副格子のスピンダイナミクスの差異に起源を有し、外部磁場を要せずいずれの初期磁区構造に対しても反転できることを特徴としている¹⁾。また、同磁性層を有しながら、電子・スピン・格子の各系・系間の非断熱的エネルギー散逸過程が顕在化するフェムト〜数十ピコ秒の時間領域での磁気光学応答が異なる層構成試料群において、超短パルス光照射により形成された磁区の検討から、AOSとTMNはそれぞれ異なる層構成依存性を有していることが明らかとなった²⁾。本稿では更に空間的なエネルギー散逸の検討を行うために、膜厚のみ異なる一様なアモルファス金属磁性薄膜の試料群に対し、同様に超短パルス光照射により形成された磁区のサイズの照射光強度依存性を評価した。

実験方法

Magnetron Sputtering方式により作製したSiN(60 nm)/Gd₂₅Fe_{65.6}Co_{9.4}(*t* nm)/SiN(5 nm)/glass sub. (*t* = 10 ~ 30 [5 nm 毎])薄膜に中心波長800 nmパルス幅90 fs(半値全幅)のガウシアンレーザー光照射により室温にて磁化反転を誘起し、形成磁区を偏光顕微鏡の磁気光学像にて観察する。本試料群では、膜厚ごとに正味の磁気特性が異なる。*t* = 15 (0.5 emu/cc)近傍に磁化補償点を有し、|*t* - 15| にほぼ比例して正味の磁化は最大50 emu/cc程度まで増大する。

実験結果

Fig.1に上記超短単一パルス光を各試料(横軸)に照射し形成される磁区サイズ(円面積)を各照射光強度毎(縦軸)に示す。いずれの膜厚でもAOS形成磁区サイズは照射光強度に一意に対応し、高強度側(白円)ではそれぞれある照射エネルギー密度閾値 W_{th} 以上の領域で反転磁区が形成され、正味の磁化にはほぼ依存しない³⁾。そして、 W_{th} を膜厚*t*で規格化した単位体積当たりの平均照射エネルギー密度閾値はいずれの膜厚においても、ほぼ一定の値を示す。これは形成磁区サイズが W_{th} により決定され、かつその後の磁壁移動等を生じないことを示す。

しかし、低強度(灰円)では単位体積当たりの平均照射エネルギー密度閾値は最大約10倍程の大きな値を示す。また、磁区形成が始まる照射光強度は膜厚*t*に正比例する。これらの結果は、AOSによる磁区形成には膜厚方向に平均的に十分なエネルギーを与える必要がある事を示している。

謝辞

本研究は平成25~29年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(S1311020)の助成を受けて行った。

参考文献

- 1) T. A. Ostler, J. Barker, R. F. L. Evans, R. W. Chantrell, U. Atxitia, O. Chubykalo-Feseko, S. El. Moussaoui, L. Le Guyader, E. Mengotti, L. J. Heyderman, F. Nolting, A. Tsukamoto, A. Itoh, D. Afanasiev, B.A. Ivanov, A.M.Kalashnikova, K. Vahaplar, A. Kirilyuk, Th. Rasing and A. V. Kimel: *Nature Comm* **1666**, 3:666 (2012).
- 2) 吉川大貴, 佐藤哲也, 塚本新, 伊藤彰義: 第38回日本磁気学会学術講演会予稿集, 3aA-8 (2014).
- 3) H. Yoshikawa, S. Kogure, T. Toriumi, T. Sato, A. Tsukamoto, and A. Itoh: *J. Magn. Soc. Jpn.* **38**, 139 (2014).

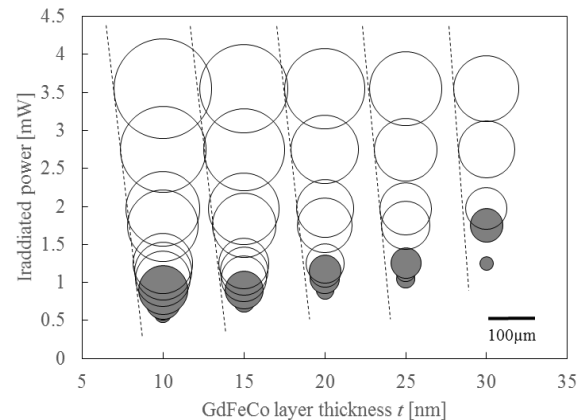


Fig. 1 The layer dependence of created domain sizes by AOS in the films SiN(60 nm)/Gd₂₅Fe_{65.6}Co_{9.4}(*t* nm)/SiN(5 nm)/glass sub. (*t* = 10 ~ 30 [by 5nm]).